FACTSHEET

AGRICULTURAL ENGINEERING

ORDER NO. 04-031

NOVEMBER 2004

AGDEX 732

Ontario Ministry of Agriculture and Food

HOW TO HANDLE SEEPAGE FROM FARM SILOS

(Replaces OMAF Factsheet, *How to Handle Seepage from Farm Silos*, Order Number 95-043)

S. Clarke, R. Stone

INTRODUCTION

Silage seepage presents two concerns for the agricultural industry — pollution of land and water may result from silage seepage, and the silage juices cause corrosion and deterioration of the silo. When silage is harvested and stored at **low moisture contents** less than 70% for horizontal silos and 60% for tower silos, there is minimal corrosion and pollution threat. Above this moisture level significant flow of silage juices (or seepage) from silos may occur (*Table 1* and *Figure 1*).

Wet weather can force farmers into harvesting wet silage with resulting silage seepage, even when the greatest of care is taken.

Most of the environmental problems associated with silage/haylage seepage on farms result from improper or inadequate collection and retention of the seepage draining from the silos. An adequate collection and storage/treatment system is essential.

See *Table 2* for information on the acids in silage seepage that cause silo corrosion. Detailed information on silo corrosion is available in OMAF Factsheets Order No. 90-236, *Concrete Tower Silo Maintenance and Repair*, and Order No. 90-235, *Deterioration of Concrete Tower Silos*.

WHY SILO SEEPAGE IS AN ENVIRONMENTAL PROBLEM

During 1993 farmers in Ontario made 4.1 million tons of corn fodder, producing in the process approximately 20 million litres of silage seepage effluent. This effluent can be the most polluting organic surface discharge that occurs from farming. The potential oxygen-consuming capacity of effluent is measured by the biochemical oxygen demand test (BOD). Silage effluent in an undiluted form has extremely high BOD values, ranging from 12,000–90,000 mg/L (*Table 3*), which is approximately 60–450 times stronger than domestic sanitary sewage. A significant discharge of effluent into a watercourse can remove so much oxygen that fish and other aquatic creatures die immediately. For example, as little as one gallon of silage effluent can lower the oxygen content of 10,000 gallons of river water to a critical level with respect to fish survival.

TABLE 1. Tower Silo — Maximum Moisture Content to Minimize Seepage, Whole-Plant Silages

Silo Size (ft.)	Max. Moisture Content (%)
12 × 40	72
14 × 50	70
16 × 60	68
18 × 65	67
20 × 70	66
24 × 85	63
30 × 110	60

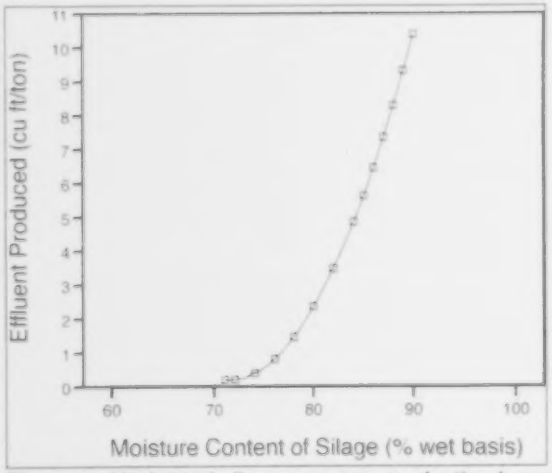


Figure 1. Horizontal silo — seepage production based on silage moisture content.

There have been a number of fish kills from silage seepage in Pennsylvania, New York and Ontario. There are cases of silage seepage contaminating wells and ditches each year in Ontario and the United States.

TABLE 2. Aggressive Constituents of Silage Seepage

Lactic Acid	4%–6%
Acetic Acid	1%–2%
Butyric Acid	normally less than 1%
Acidity	4
pH	3.5–5.5

With respect to ground water quality, silage leachate contains nutrients, acids, minerals and bacteria. Nitrate-nitrogen is the most significant ground water contaminant from this group. The main constituents of silage seepage are listed in Table 3.

RATE AND VOLUME OF SEEPAGE FLOW

The addition of acid additives to silage combined with short chop silage lengths results in a higher initial rate of seepage flow. The greatest percentage of silage seepage is produced within 5 to 10 days of storage loading. The remaining seepage is produced within the next 30 days. The volumes produced are dependent on the vertical pressure in the silo and the initial moisture content of the crop (*Figure 1*).

Seepage flow out of the silo will be greatest during the first month of storage and then taper off in silos with good internal drainage, i.e. network of floor drains to carry out leachate. Where internal drainage of the silo is poor, flow will occur throughout the total storage period as the silo is being emptied. Rainwater on uncovered silage can produce additional effluent.

For horizontal silos, the rain runoff or snow melt from the floor area inside the storage adds more effluent to the system. The highly polluted base flow will be augmented on occasion by the diluted flow from rainstorms and snowmelt. The first flush of rainwater runoff from the storage will contain higher levels of pollutants. **It is important that all the base flow from the silo along with the first flush of precipitation runoff be collected and stored since this material is highly contaminated.**

Storage and Treatment of Silage Seepage

The seepage and runoff may be stored in a small storage at the silo location and transferred to an outdoor liquid manure or runoff storage on the farm. Contain silage leachate only in an outdoor storage, because dangerous gases may be produced when the effluent and manure are mixed. Where outdoor liquid manure or runoff storages are not currently available on the farm, provide a separate storage to contain 240 days of seepage plus runoff material. During the cropping season this contaminated material can be spread regularly on land similar to manure application. If seepage is being applied to the land, the amount of material being applied needs to be accounted for in the Nutrient Management Plan.

Another means of handling and treating the effluent involves collecting and storing the low flow rates of concentrated leachate from the silo in a storage tank. The dilute high flow rates of material will overtop the collection area and flow to an approved vegetated filter strip (*Figure 2*).

Have a qualified person design a vegetated filter strip. The design must receive approval under the Ontario Water Resources Act through the Ministry of the Environment.

TABLE 3. Constituents of Silage Seepage

Constituents	Silage Seepage (typical)	Dairy Manure Liquid (typical)
Dry Matter	5% (2%–10%)	5%
Total Nitrogen	1,500–4,400 mg/L	2,600 mg/L
Phosphorus	300–600 mg/L	1,100 mg/L
Potassium	3,400–5,200 mg/L	2500 mg/L
pH	4.0 (3.6-5.5)	7.4
Biochemical Oxygen Demand	12,000–90,000 mg/L	5,000–10,000 mg/L

Source: Cornell University 1994 and OMAF

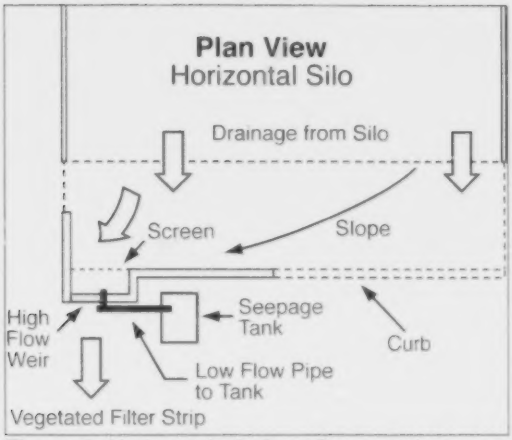


Figure 2. Horizontal silo front flow seepage system – diluted liquid to vegetated filter strip.

Reduction of Seepage

- Harvest silage/haylage at low moisture:
  - < 65% moisture content for tower silos less than 40 ft. deep
  - < 60 % moisture content for tower silos over 40 ft. deep
  - < 70% for horizontal silos
- Planting shorter season varieties of corn will result in a drier crop; therefore, lower seepage production.

Bunker Silo Sealing Systems

- Reduce silage infiltration by air and water.

- Traditionally, a sealing system consists of a layer of white or black plastic used as a cover and seal. Old tires are placed edge to edge over the surface of this plastic to help in sealing.

New Silo Sealing System, "no tires used"

- Traditional plastic sheeting is covered with an additional cover. Instead of tires, sausage-bags, which are filled with sand or gravel, anchor the cover in place (*Figure 3*). The advantages of this system are the added protection, improved sealing, flexibility, and ease of installation and storage of the sandbags.

  - A polyethylene sleeve holds together several of the sausage-bags across the width of a silo. This product reduces the chance of air infiltration between the sausage bags. Figure 4 shows sausage bag placement.
  - The sausage bags can be used directly on the silo plastic. This reduces the cost, and replaces the use of tires. This is a good solution if birds or animals tear the plastic seal.

Figure 3. Tarpaulin and sausage bag system for silage protection.

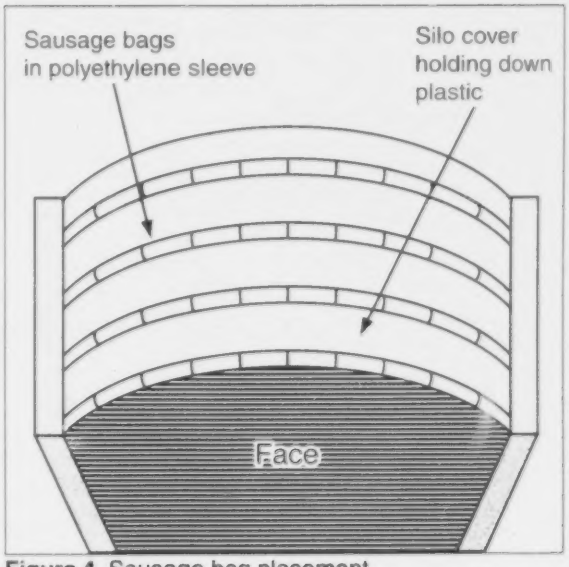


Figure 4. Sausage bag placement.

- Adding absorbents designed to take up excess moisture will result in very low or no seepage production. Useable materials include oatmeal, dried sugar beet pulp, dried corncobs, ground corn and hay cubes. To be effective, enough material must be added to absorb the anticipated seepage.

  On many occasions it may not be possible to wilt the forage adequately or harvest at the desired dry matter content. If the forage is too wet, then seepage is likely. Absorbent materials can be added to "absorb" this seepage. Table 4 lists the water holding capacity of various materials.

TABLE 4. Water holding Capacity of Various Materials

Material[1]	Pounds of Water per 100 lbs of Material
Ground corn grain	58*
Ground oats	69*
Ground wheat	61*
Corn cob:	
Coarse grind (1/2 inch)	143*
Medium to find grind	192*
Fine grind (1/16 inch)	192*
Sugar beet pulp	248**
Alfalfa hay	194**
Mixed grass hay	195**
Oat straw	218**

1. Materials are on an air-dry basis
* 10% moisture content
** 12% moisture content
Source: University of Minnesota (1980)

MANAGING SILO SEEPAGE AND PRECIPITATION RUNOFF

- Cover the silos — this prevents precipitation from entering and leaching through the silage/haylage.
- Divert all surface water away from the silo site.
- For new silos install a seepage collection and storage system as shown in *Figures 2, 5 or 6.*
- Inspect the interior silo surface each time the silo is empty for signs of corrosion. Whenever corrosion is severe, recoat the inside of the silos.
- For existing horizontal silos place a 4 in. tile drain on the floor where the wall meets the silo floor (Option A, *Figure 7*), or for new silos form holes in the wall to drain silo seepage to an outside drain (Option B, *Figure 7*. CAUTION: Provide protection of steel from silage acids with adequate concrete cover (i.e. min 3 in.)
- For existing or new horizontal silos with good floor drainage to the front of the silo, a catch basin that collects seepage and drains to a long-term storage tank will be suitable (*Figure 8* and *Figure 9*. Flow will occur throughout the total storage period as the silo is emptied. Diluted flow can by-pass the storage tank and overflow to the approved vegetated filter strip (*Figure 2*).

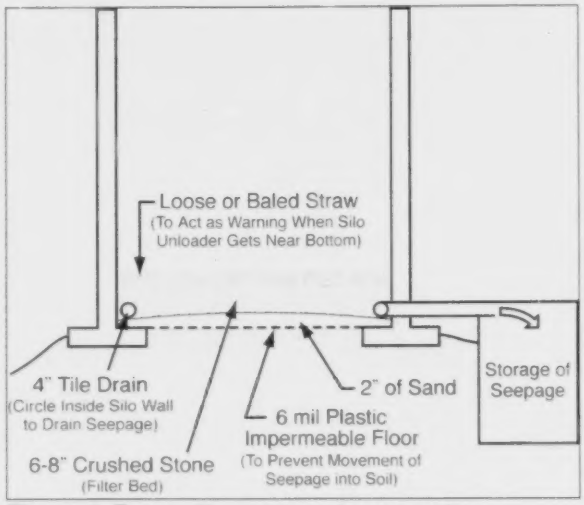


Figure 5. Tower silo seepage storage system.

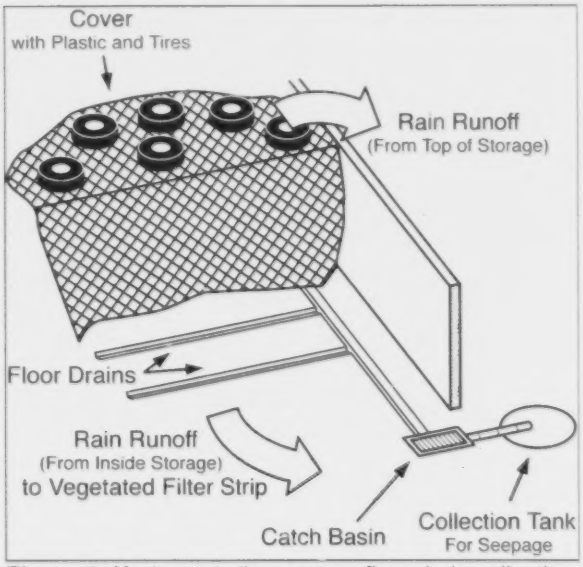


Figure 6. Horizontal silo seepage floor drain collection system.

Notes for Figure 6:

1. Cross drains 3 in. × 3 in. on 20 ft. spacing. Filled with 7/8 in. clear stone. (Drain to pick up seepage and first flush of rain runoff.)
2. Header drain 4 in. x 4 in. to drain cross drains to storage tank.
3. Rain runoff from top of storage may be considered as clean water and will not reach the collection system.
4. Rain runoff from inside of storage should be collected, stored and spread on cropland.
5. Diluted rain runoff may be treated by an approved vegetated filter strip.

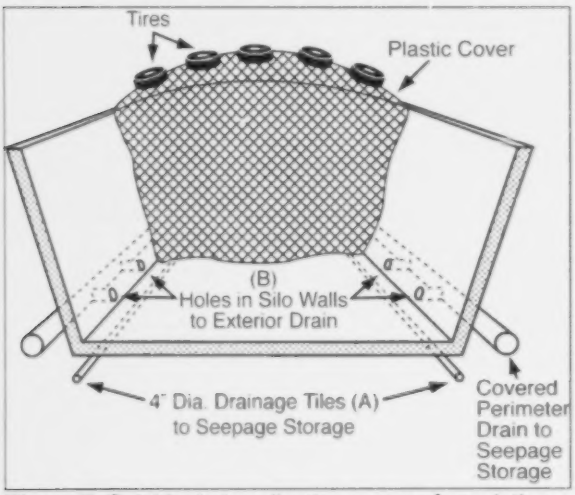


Figure 7. Outside drain collection system for existing horizontal silo.

Notes for Figure 7:

(A) 4" diameter tile drains placed on silo floor.

(B) Holes in silo walls to an exterior covered drain. Rain runoff from inside storage should be collected, stored and spread on cropland.
Diluted rain runoff may be treated by an approved vegetated filter strip.

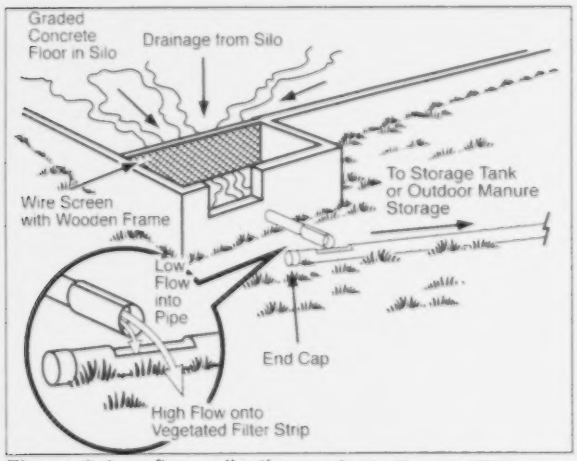


Figure 8. Low flow collection system. (Source AEM)

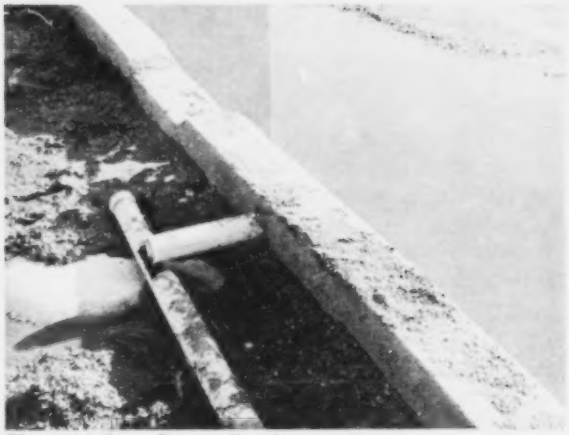


Figure 9. Low flow collection system.

CAUTION: Never mix silage effluent in enclosed tanks, especially tanks within barns because silage effluent mixed with manure slurry will accelerate the release of hydrogen sulphide gas. Add seepage only to uncovered outdoor storages.

DISPOSAL OF SEEPAGE

Dilute the concentrated seepage with the same amount of water (1:1) and spread this material on land using liquid manure spreading guidelines. Seepage is a nutrient; therefore, the amount of seepage being applied needs to be accounted for in the Nutrient Management Plan.

Seepage also may be used as a supplementary feed. Fresh effluent may be fed to pigs and cattle or *one may feed "stored effluent" if collected in closed drains and stored in airtight containers.* High potassium and nitrate levels can cause *problems, therefore, feed with expert advice only.* Some research in Europe indicates that feeding of silage seepage to dairy cows increased milk yields, protein levels and fat levels.

Treat dilute material with an approved vegetated filter strip.

SITE LOCATION FOR SEEPAGE COLLECTION TANKS

The Environmental Farm Plan recommends, as a good management practice, locating seepage collection tanks at a separation distance of 200 ft or greater from surface water, i.e. streams, ditches, ponds or tile inlets, and separation distances between seepage tanks and wells at 76 ft or greater for a drilled well and 151 ft or greater for a bored/dug well. Minimum separation distances of 50 ft to a drilled well and 100 ft to a dug/bored well are stipulated under legislation.

Locate storage sites for bagged, wrapped or tubed haylage (baylage) at least 30 ft. from surface water

sources and field drainage tiles to reduce the risk of contamination.

SIZING OF SMALL SEEPAGE TANKS

A. For Horizontal Silos

- If crop is stored > 70% moisture, size seepage storage for 100 ft^3/100 tons of crop stored.
- If crop is stored at/or below 70% moisture, use 50 ft^3/100 tons of crop stored.
- The above design criteria will give, in most cases, a minimum of 2 days of storage for the seepage material. With very low moisture crops (< 70% moisture), up to one year of storage can be provided with this design, when no rainwater is collected.
- Rainfall Storage: Size for minimum of 1 in. or 0.083 ft. rain over entire silage storage area flowing to leachate storage in any one day. This material can be transferred to an outside liquid manure or runoff storage. If there is no liquid storage on farm, consider building the leachate storage to contain runoff and seepage for a minimum storage period of 240 days. Another option is to treat this dilute liquid on an approved vegetated filter strip.

Example 1:

Size a storage to contain seepage and runoff from a 40 × 100 × 12 ft. horizontal silo. Apron area is 40 × 20 ft. Crop moisture content is 75%. See *Table 5*.

Storage Capacity (T)

T70 = 1,080 tons (from Table 5)
(storage capacity at 70% moisture)
T75 = 0.3 (T70)/(1-M) (storage capacity at 75% moisture)
= 0.3 (1080)/(1.75)
= 1,296 tons

Seepage Storage Volume

Seepage = 100 ft^3/100 tons × 1,296 tons
= 1,296 $ft.^3$

Rainfall Storage Volume

= (.083 ft.) × (area of silo + apron area)
= (.083 ft.) × (40 × 100 + 40 × 20) sq. ft.
= (.083 ft.) × (4,800 sq. ft.)
= 398 $ft.^3$

Required Storage Size

= 1,296 + 398 $ft.^3$
= 1,694 $ft.^3$

Seepage and Precipitation Storage Size* (1,694 $ft.^3$)

Use Table 7 to find the dimensions of the required storage
capacity = width × length × height
1,764 = 14 × 14 × 9 ft.
2,156 $ft.^3$ = 14 × 14 × 11 ft. (allows 2 ft. of depth for freeboard)

* Transfer leachate material from this storage to permanent outside liquid manure or runoff storage. During cropping season this material can be land spread on a regular basis.

B. For Tower Silos

- If crop is stored > 70% moisture, size seepage storage for 100 ft^3/100 tons of crop stored.
- If crop is stored at/or below 70% moisture, use 50 ft^3/100 tons of crop stored.

  The above design criteria will give, in most cases, a minimum of 2 days of storage for the seepage material. Up to one year of storage can be provided with very low moisture crops, i.e. < 60% moisture.
- Tower silo is covered with roof to keep out rain.

Example 2:

Size seepage tank based on the following criteria:

1. 20 × 70 ft. tower concrete silo
2. Alfalfa silage at 70% moisture
3. For capacity see Table 6 in OMAF Factsheet, *Tower Silo Capacities*, 88-033.

Storage capacity = 703 tons

Required seepage storage size
= 50 ft^3/100 tons × 703 tons
= 0.5 × 703 = 352 ft^3

Storage size (352 $ft.^3$) = width × length × height

Use Table 7 to find the dimensions of the required storage capacity.

384 = 8 × 8 × 6 ft. > 352 okay
512 = 8 × 8 × 8 ft (allows 2 ft. of depth for freeboard)

TABLE 5. Capacities for Common Horizontal Silo Sizes
(Capacity is in tons for a grass or corn silage density of 45 pounds per cubic ft. at 70% moisture)

The following table lists the approximate wet tons capacity for a number of common silo sizes. The table takes into account a 1:2 sloping front face. Widths given are inside to inside and do not include space taken up by posts and planking. When using this table calculate the daily feed removal to ensure enough feed is removed to prevent spoilage. For capacity in Tonnes multiply figures shown by 0.91.

BUNKER SILO CAPACITIES AT 45 lbs/cuft DENSITY

Average Silage Density (lbs/cuft)	Silo Height (ft)	Silo Width (ft)	REMOVAL RATE (tons/day) 4"/DAY	6"/DAY	12"/DAY	SILO CAPACITY (tons) SILO LENGTH (ft) 100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
45	8	20	12	18	36	360	396	432	468	504	540	576	612	648	684	720	756	792	828	864	900	936	972	1008	1044	1080
45	8	24	14	22	43	432	475	518	562	605	648	691	734	778	821	864	907	950	994	1037	1080	1123	1166	1210	1253	1296
45	8	30	18	27	54	540	594	648	702	756	810	864	918	972	1026	1080	1134	1188	1242	1296	1350	1404	1458	1512	1566	1620
45	8	40	24	36	72	720	792	864	936	1008	1080	1152	1224	1296	1368	1440	1512	1584	1656	1728	1800	1872	1944	2016	2088	2160
45	8	50	30	45	90	900	990	1080	1170	1260	1350	1440	1530	1620	1710	1800	1890	1980	2070	2160	2250	2340	2430	2520	2610	2700
45	8	60	36	54	108	1080	1188	1296	1404	1512	1620	1728	1836	1944	2052	2160	2268	2376	2484	2592	2700	2808	2916	3024	3132	3240
45	10	20	15	23	45	450	495	540	585	630	675	720	765	810	855	900	945	990	1035	1080	1125	1170	1215	1260	1305	1350
45	10	24	18	27	54	540	594	648	702	756	810	864	918	972	1026	1080	1134	1188	1242	1296	1350	1404	1458	1512	1566	1620
45	10	30	23	34	68	675	743	810	878	945	1013	1080	1148	1215	1283	1350	1418	1485	1553	1620	1688	1755	1823	1890	1958	2025
45	10	40	30	45	90	900	990	1080	1170	1260	1350	1440	1530	1620	1710	1800	1890	1980	2070	2160	2250	2340	2430	2520	2610	2700
45	10	50	38	56	113	1125	1238	1350	1463	1575	1688	1800	1913	2025	2138	2250	2363	2475	2588	2700	2813	2925	3038	3150	3263	3375
45	10	60	45	68	135	1350	1485	1620	1755	1890	2025	2160	2295	2430	2565	2700	2835	2970	3105	3240	3375	3510	3645	3780	3915	4050
45	12	20	18	27	54	540	594	648	702	756	810	864	918	972	1026	1080	1134	1188	1242	1296	1350	1404	1458	1512	1566	1620
45	12	24	22	32	65	648	713	778	842	907	972	1037	1102	1166	1231	1296	1361	1426	1490	1555	1620	1685	1750	1814	1879	1944
45	12	30	27	41	81	810	891	972	1053	1134	1215	1296	1377	1458	1539	1620	1701	1782	1863	1944	2025	2106	2187	2268	2349	2430
45	12	40	36	54	108	1080	1188	1296	1404	1512	1620	1728	1836	1944	2052	2160	2268	2376	2484	2592	2700	2808	2916	3024	3132	3240
45	12	50	45	68	135	1350	1485	1620	1755	1890	2025	2160	2295	2430	2565	2700	2835	2970	3105	3240	3375	3510	3645	3780	3915	4050
45	12	60	54	81	162	1620	1782	1944	2106	2268	2430	2592	2754	2916	3078	3240	3402	3564	3726	3888	4050	4212	4374	4536	4698	4860
45	14	20	21	32	63	630	693	756	819	882	945	1008	1071	1134	1197	1260	1323	1386	1449	1512	1575	1638	1701	1764	1827	1890
45	14	24	25	38	76	756	832	907	983	1058	1134	1210	1285	1361	1436	1512	1588	1663	1739	1814	1890	1966	2041	2117	2192	2268
45	14	30	32	47	95	945	1040	1134	1229	1323	1418	1512	1607	1701	1796	1890	1985	2079	2174	2268	2363	2457	2552	2646	2741	2835
45	14	40	42	63	126	1260	1386	1512	1638	1764	1890	2016	2142	2268	2394	2520	2646	2772	2898	3024	3150	3276	3402	3528	3654	3780
45	14	50	53	79	158	1575	1733	1890	2048	2205	2363	2520	2678	2835	2993	3150	3308	3465	3623	3780	3938	4095	4253	4410	4568	4725
45	14	60	63	95	189	1890	2079	2268	2457	2646	2835	3024	3213	3402	3591	3780	3969	4158	4347	4536	4725	4914	5103	5292	5481	5670
45	16	20	24	36	72	720	792	864	936	1008	1080	1152	1224	1296	1368	1440	1512	1584	1656	1728	1800	1872	1944	2016	2088	2160
45	16	24	29	43	86	864	950	1037	1123	1210	1296	1382	1469	1555	1642	1728	1814	1901	1987	2074	2160	2246	2333	2419	2506	2592
45	16	30	36	54	108	1080	1188	1296	1404	1512	1620	1728	1836	1944	2052	2160	2268	2376	2484	2592	2700	2808	2916	3024	3132	3240
45	16	40	48	72	144	1440	1584	1728	1872	2016	2160	2304	2448	2592	2736	2880	3024	3168	3312	3456	3600	3744	3888	4032	4176	4320
45	16	50	60	90	180	1800	1980	2160	2340	2520	2700	2880	3060	3240	3420	3600	3780	3960	4140	4320	4500	4680	4860	5040	5220	5400
45	16	60	72	108	216	2160	2376	2592	2808	3024	3240	3456	3672	3888	4104	4320	4536	4752	4968	5184	5400	5616	5832	6048	6264	6480
45	18	20	27	41	81	810	891	972	1053	1134	1215	1296	1377	1458	1539	1620	1701	1782	1863	1944	2025	2106	2187	2268	2349	2430
45	18	24	32	49	97	972	1069	1166	1264	1361	1458	1555	1652	1750	1847	1944	2041	2138	2236	2333	2430	2527	2624	2722	2819	2916
45	18	30	41	61	122	1215	1337	1458	1580	1701	1823	1944	2066	2187	2309	2430	2552	2673	2795	2916	3038	3159	3281	3402	3524	3645
45	18	40	54	81	162	1620	1782	1944	2106	2268	2430	2592	2754	2916	3078	3240	3402	3564	3726	3888	4050	4212	4374	4536	4698	4860
45	18	50	68	101	203	2025	2228	2430	2633	2835	3038	3240	3443	3645	3848	4050	4253	4455	4658	4860	5063	5265	5468	5670	5873	6075
45	18	60	81	122	243	2430	2673	2916	3159	3402	3645	3888	4131	4374	4617	4860	5103	5346	5589	5832	6075	6318	6561	6804	7047	7290

The following table lists the approximate wet tons capacity for a number of common silo sizes.

TABLE 6. Estimated Silo Capacities for Forages in Concrete Tower Silos

Silo Diameter X Settled Depth (ft.)	Alfalfa Silage (Tons)				Corn Silage (Tons)			
	40% m.c.	50% m.c.	60% m.c.	70% m.c.	55% m.c.	60% m.c.	65% m.c.	70% m.c.
12 × 30	35	44	57	83	47	54	62	74
12 × 40	50	62	80	116	66	75	87	102
12 × 50	63	78	103	150	85	97	111	132
14 × 40	69	86	113	163	92	106	121	143
14 × 50	89	111	147	212	121	136	157	185
14 × 55	99	124	164	237	134	153	175	206
16 × 50	120	151	199	287	163	184	210	246
16 × 60	149	186	246	355	200	227	259	303
16 × 65	162	204	270	389	220	248	284	330
18 × 50	156	196	260	373	210	238	272	317
18 × 60	194	243	322	463	261	293	334	388
18 × 70	232	290	386	554	311	349	397	461
20 × 60	246	309	409	586	328	369	419	486
20 × 70	295	371	491	703	393	439	498	576
20 × 80	345	433	574	821	457	510	579	668
24 × 60	372	465	615	876	486	543	616	712
24 × 70	448	562	741	1052	582	649	734	844
24 × 80	527	660	869	1230	678	754	850	977
24 × 90	606	759	999	1409	774	860	968	1110
30 × 80	876	1092	1427	1994	1088	1280	1477	1628
30 × 90	1012	1261	1643	2287	1242	1475	1702	1877
30 × 100	1151	1431	1861	2581	1397	1672	1929	2127
30 × 110	1290	1603	2080	2875	1552	1871	2158	2382

Source: OMAF Factsheet *Tower Silo Capacities*, Order No. 88-033.

TABLE 7. Seepage and Precipitation Storage Sizes ($ft.^3$)

Width × Length (ft.)	Height (ft.)											
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
5 × 5	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
6 × 6	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	396	432
7 × 7	49	98	147	196	245	294	343	392	441	490	539	588
8 × 8	64	128	192	256	320	384	448	512	576	640	704	768
9 × 9	81	162	243	324	405	486	567	648	729	810	891	972
10 × 10	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
11 × 11	121	242	363	484	605	726	847	968	1089	1210	1331	1452
12 × 12	144	288	432	576	720	864	1008	1152	1296	1440	1584	1728
13 × 13	169	338	507	676	845	1014	1183	1352	1521	1690	1859	2028
14 × 14	196	392	588	784	980	1176	1372	1568	1764	1960	2156	2352
15 × 15	225	450	675	900	1125	1350	1575	1800	2025	2250	2475	2700
16 × 16	256	512	768	1024	1280	1536	1792	2048	2304	2560	2816	3072
17 × 17	289	578	867	1156	1445	1734	2023	2312	2601	2890	3179	3468
18 × 18	324	648	972	1296	1620	1944	2268	2592	2916	3240	3564	3888
19 × 19	361	722	1083	1444	1805	2166	2527	2888	3249	3610	3971	4332
20 × 20	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400	4800
21 × 21	441	882	1323	1764	2205	2646	3087	3528	3969	4410	4851	5292
22 × 22	484	968	1452	1936	2420	2904	3388	3872	4356	4840	5324	5808
23 × 23	529	1058	1587	2116	2645	3174	3703	4232	4761	5290	5819	6348
24 × 24	576	1152	1728	2304	2880	3456	4032	4608	5184	5760	6336	6912
25 × 25	625	1250	1875	2500	3125	3750	4375	5000	5625	6250	6875	7500

This Factsheet was written by **Steve Clarke**, P. Eng., Energy & Crop Engineering Specialist Resources Management Branch, OMAF, Kemptville and **Robert P. Stone**, P. Eng., Engineer, Soil, Resources Management Branch, OMAF, Brighton.

FOR YOUR NOTES

FOR YOUR NOTES

Do you know about Ontario's new Nutrient Management Act?

The provincial Nutrient Management Act (NMA) and the Regulation 267/03, as amended, regulates the storage, handling and application of nutrients that could be applied to agricultural cropland. The objective is to protect Ontario's surface and groundwater resources.

Please consult the regulation and protocols for the specific legal details. This Factsheet is not meant to provide legal advice. Consult your lawyer if you have questions about your legal obligations.

For more information on the NMA call the Nutrient Management Information Line at 1-866-242-4460, e-mail nman@omaf.gov.on.ca or visit www.omaf.gov.on.ca.

Factsheets are continually being updated so please ensure that you have the most recent version.

Agricultural Information Contact Centre
1-877-424-1300
ag.info@omaf.gov.on.ca

www.omaf.gov.on.ca

POD
ISSN 1198-712X
Également disponible en français
(commande n° 04-032)

Ontario

0121010040 31

Ontario

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

| site principal | commentaires | recherche | plan du site | english |

PAGE D'ACCUEIL | NOUVEAUTÉS | CALENDRIER | PRODUITS | COMMUNIQUÉS

FICHE TECHNIQUE

ISSN 1198-7138 ©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario

Agdex: 732 Date de publication: novembre 2004

Commande no. 04-032 Dernière révision: novembre 2004

Titre: Le stockage des effluents d'ensilage

Division: Agriculture et affaires rurales

Situation: En remplacement de la fiche technique n° 95-044 du MAAO, qui porte le même titre

Rédacteur: Steve Clarke - spécialiste en génie des cultures et de l'énergie/MAAO; Robert P. Stone - spécialiste des sols/MAAO

Table des matières

1. Introduction
2. Pourquoi les effluents d'ensilage constituent un problème environnemental
3. Taux et volume de suintement
4. Gestion des effluents des silos et des eaux de ruissellement
5. Élimination des effluents
6. Emplacement des fosses à effluents d'ensilage
7. Dimensions des petites fosses à effluents d'ensilage

Introduction

Les liquides s'échappant des matières ensilées posent deux problèmes au secteur agricole : celui de la pollution des terres et des eaux et celui de la corrosion et de la détérioration des silos. Lorsque les produits sont récoltés et ensilés à de faibles teneurs en eau, soit moins de 70 % dans le cas des silos horizontaux et moins de 60 % dans le cas des silos-tours, les risques de corrosion et de pollution sont minimes. Par contre, au-delà de ces teneurs en eau, on peut s'attendre à la production d'une quantité importante d'effluents d'ensilage par suintement (tableau 1 et figure 1).

En raison des conditions climatiques, les agriculteurs sont parfois forcés de faire les récoltes même si les produits à ensiler sont trop humides. La formation d'effluents d'ensilage est alors inévitable en dépit de toutes les précautions qui peuvent avoir été prises.

La plupart des problèmes environnementaux associés aux effluents d'ensilage et d'ensilage mi-fané résultent de lacunes au niveau de leur évacuation et de leur stockage. Il est donc essentiel de se doter d'un système de captage et de stockage ou de traitement adéquat.

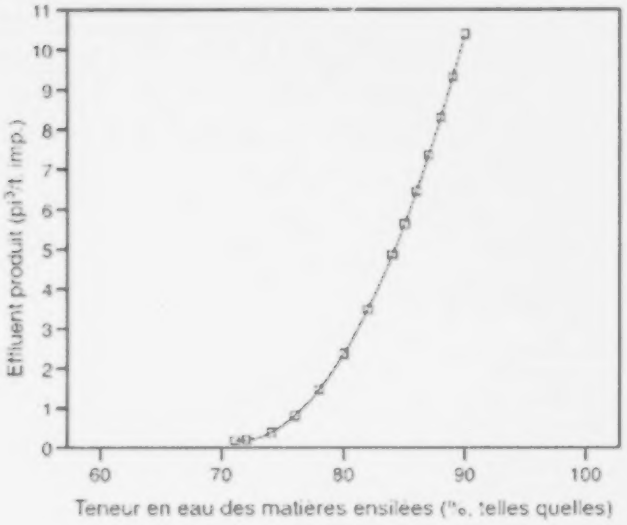
Pour plus de détails sur la corrosion des silos par les acides contenus dans les effluents d'ensilage, consulter le tableau 2 qui suit, ainsi que les fiches techniques du MAAO n° 96-196, Entretien et réparation des silos en béton, et n° 95-032, Détérioration des silos-tours en béton.

Tableau 1.
Silos-tours – Teneur en eau maximale des ensilages de plantes entières pour un minimum de suintement

Taille du silo (pi)	Teneur en eau maximale (%)
12 x 40	72
14 x 50	70
16 x 60	68

18 x 65	67
20 x 70	66
24 x 85	63
30 x 110	60

Figure 1. Suintement d'un silo horizontal en fonction de la teneur en eau des matières ensilées.



| Haut de la page |

Pourquoi les effluents d'ensilage constituent un problème environnemental

Au cours de 1993, les agriculteurs de l'Ontario ont produit 4,1 millions de tonnes de maïs fourrager. Cette production est à l'origine d'environ 20 millions de litres de liquides d'ensilage. Or, ces liquides comptent parmi les effluents organiques de surface les plus polluants que produise l'agriculture. La demande biochimique d'oxygène (DBO) est un test qui permet de mesurer la quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader les matières organiques contenues dans un effluent. Il faut savoir que les effluents d'ensilage non dilués affichent des DBO extrêmement élevées, de l'ordre de 12 000–90 000 mg/L (tableau 3). Ces valeurs sont de 60 à 450 fois plus élevées que la DBO des eaux d'égout non traitées. Un effluent peut accaparer à tel point l'oxygène d'un cours d'eau qu'il peut entraîner la mort immédiate des poissons et autres organismes aquatiques. Dans une rivière, il suffit d'aussi peu qu'un gallon d'effluent d'ensilage pour abaisser la teneur en oxygène de 45 000 L d'eau (10 000 gal) à un niveau dangereux pour la survie des poissons.

Dans les États de la Pennsylvanie et de New York ainsi qu'en Ontario, les effluents d'ensilage ont déjà été responsables d'un certain nombre de cas de mortalité massive de poissons. On constate aussi chaque année en Ontario et aux États-Unis des cas de contamination de puits et de fossés.

Tableau 2.
Constituants problématiques des effluents d'ensilage

Acide lactique	4–6 %
Acide acétique	
Acide butyrique	normalement moins de 1 %
Acidité	4

pH	3,5–5,5

Le lessivat des effluents d'ensilage renferme des éléments nutritifs, des acides, des minéraux, des bactéries et notamment de l'azote sous forme de nitrates qui, de tous ces constituants, est celui qui présente le plus de dangers pour la qualité des eaux souterraines. Voir la liste des principaux constituants des effluents d'ensilage au tableau 3.

Taux et volume de suintement

Si l'on ajoute des acidifiants à l'ensilage et si l'on hache plus finement les matières ensilées, on obtient au départ un taux de suintement plus élevé. Le suintement maximal se produit dans les 5 à 10 jours qui suivent la mise au silo. Les liquides supplémentaires se forment au cours des 30 jours suivants. Les volumes produits dépendent des pressions verticales dans le silo et de la teneur en eau initiale de la culture (figure 1).

L'écoulement des effluents d'ensilage hors du silo atteint son sommet au cours du premier mois d'entreposage, puis s'atténue si le silo est doté d'un bon système de drainage interne, c.-à-d. d'un réseau de drains de sol destinés à évacuer le lessivat. Lorsque le drainage interne du silo est défaillant, l'écoulement se produira pendant toute la période d'entreposage au fur et à mesure que les aliments seront prélevés du silo. Si le silo n'est pas couvert, les précipitations peuvent aussi augmenter le volume des effluents.

Dans le cas des silos horizontaux, les eaux de ruissellement sur le plancher du silo amènent une augmentation du volume de l'effluent. Ce volume peut être considérable à la suite d'un orage ou de la fonte des neiges. Pendant une précipitation, ce sont les premières eaux de ruissellement qui renferment les niveaux de polluants les plus élevés. Il faut recueillir et entreposer tous les effluents d'ensilage qui se forment à la base du silo, de même que les premières eaux de ruissellement à la suite d'une précipitation étant donné qu'il s'agit de liquides hautement contaminés.

Entreposage et traitement des effluents d'ensilage

Les effluents d'ensilage et les eaux de ruissellement peuvent être stockés dans une petite fosse à même le silo et être transférés à une fosse à lisier ou à une fosse destinée à recueillir les eaux de ruissellement ailleurs sur la ferme. N'entreposer le lessivat d'ensilage que dans une fosse extérieure en raison des gaz dangereux qui peuvent être produits quand l'effluent est mélangé au fumier. À défaut de disposer à la ferme de structures de stockage du fumier ou des eaux de ruissellement situées à l'extérieur, aménager une structure distincte permettant de contenir 240 jours d'effluents et d'eaux de ruissellement. Durant la saison de culture, il est possible d'épandre régulièrement ces matières contaminées sur les terres comme on le fait pour le fumier. Si l'effluent est épandu sur les terres, la quantité de matières épandues doit être prise en compte dans le plan de gestion des éléments nutritifs.

Une autre façon de procéder consiste à se doter d'un système qui, lorsque l'écoulement est faible, capte et entrepose le lessivat concentré provenant du silo, et qui, lorsque l'écoulement est fort, fait en sorte que le lessivat dilué déborde de l'aire de captage et soit évacué vers une bande filtrante de végétation (figure 2).

Confier la conception de la bande filtrante de végétation à une personne qualifiée. La bande filtrante doit être approuvée par le ministère de l'Environnement en vertu de la Loi sur les ressources en eau de l'Ontario.

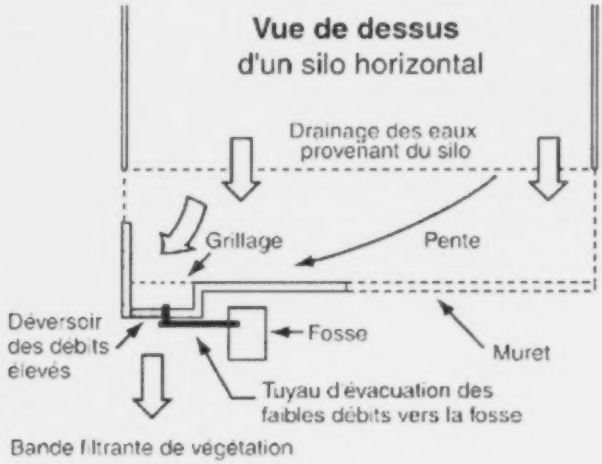
Tableau 3. Constituants des effluents d'ensilage

Constituants	Effluents d'ensilage (type)	Lisier de bovins laitiers (type)
Matière sèche	5 % (2–10 %)	5 %
Azote total	1 500–4 400 mg/L	2 600 mg/L
Phosphore	300–600 mg/L	1 100 mg/L
Potassium	3 400–5 200 mg/L	2 500 mg/L

pH	4,0 (3,6–5,5)	7,4
Demande biochimique d'oxygène	12 000–90 000 mg/L	5 000–10 000 mg/L

Source: Cornell University, 1994, et MAAO

Figure 2. Système de drainage des effluents vers l'avant d'un silo horizontal, avec évacuation des effluents dilués vers une bande filtrante de végétation.



| Haut de la page |

Réduction du suintement

- Récolter les cultures destinées à l'ensilage et à l'ensilage mi-fané à une faible teneur en eau :
  - < 65 % dans le cas des silos-tours de moins de 12 m (40 pi) de profondeur;
  - < 60 % dans le cas des silos-tours de plus de 12 m (40 pi) de profondeur;
  - < 70 % dans le cas des silos horizontaux.
- Choisir des cultivars de maïs exigeant une moins longue saison de croissance, afin d'obtenir une récolte plus sèche et en conséquence des effluents moins abondants.

Étanchéisation des silos-couloirs

- Réduire les infiltrations d'air et d'eau dans le silo.
- Conformément à la méthode traditionnelle, recouvrir les silos-couloirs d'une membrane de plastique blanc ou noir, maintenue en place par de vieux pneus placés côte à côte.

Nouvelle méthode d'étanchéisation des silos-couloirs « sans utilisation de pneus »

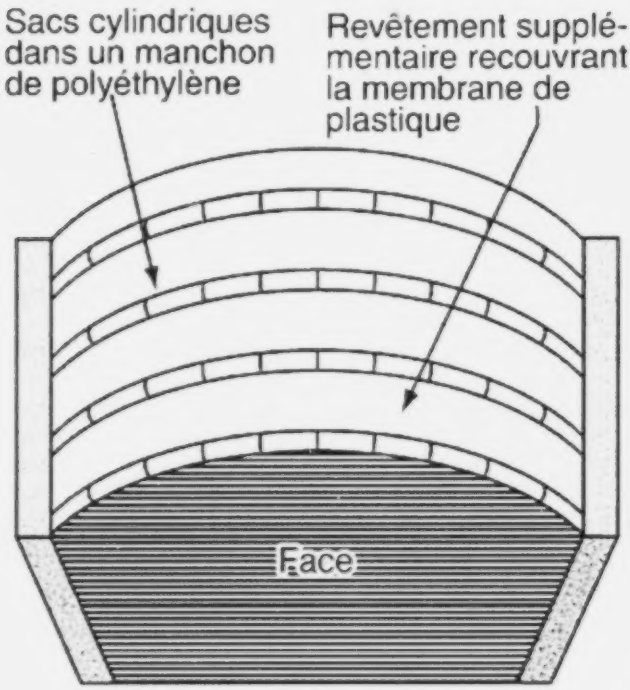
- On peut recouvrir les membranes de plastique d'un revêtement supplémentaire et le maintenir en place, non pas à l'aide de pneus, mais à l'aide de sacs cylindriques remplis de sable ou de gravier (figure 3). Cette méthode présente les avantages suivants : protection accrue, étanchéité accrue, souplesse et facilité d'installation et d'entreposage des sacs de sable.
  - On peut insérer plusieurs sacs cylindriques dans un manchon en polyéthylène qui encercle le silo, ce qui réduit les risques d'infiltration d'air entre les sacs cylindriques. La figure 4 montre comment sont disposés les manchons.
  - On peut utiliser les sacs cylindriques directement sur la membrane de plastique recouvrant le silo. Ils sont moins coûteux que les vieux pneus et remplissent le même rôle. Cette méthode est indiquée si les oiseaux ou les animaux ont tendance à déchirer la membrane en plastique.

Figure 3. Bâche et sacs cylindriques protégeant l'ensilage.

- On peut réduire ou éliminer les problèmes de suintement en ajoutant des absorbants destinés à accaparer l'excès de liquide. Il peut s'agir de gruau d'avoine, de pulpe de betterave à sucre séchée, de rafles de maïs séchées, de rafles broyées et de comprimés de foin. Pour être efficaces, ces produits doivent être présents en quantité suffisante pour absorber les effluents prévus.

Bien souvent, il est impossible de faire préfaner suffisamment le fourrage ou d'attendre qu'il ait la teneur en matières sèches voulue avant de l'ensiler. Si le fourrage est trop humide, il y aura formation d'effluent d'ensilage. L'utilisation de produits absorbants peut constituer une solution. Le tableau 4 donne la capacité de rétention d'eau de différents produits.

Figure 4. Disposition des sacs cylindriques.



| Haut de la page |

Tableau 4.
Capacité de rétention d'eau de différents produits

Produit[1]	Livres d'eau/100 lb de produit
Maïs-grain moulu	58*
Avoine moulue	69*
Blé moulu	61*
Rafles de maïs :	
Broyage grossier (1/2 po)	143*
Broyage de moyen à fin	192*
Broyage fin (1/16 po)	192*
Pulpe de betterave à sucre	248**
Foin de luzerne	194**
Foin de graminées mélangées	195**
Paille d'avoine	218**

[1] En fonction de produits séchés à l'air
* Teneur en eau de 10 %
** Teneur en eau de 12 %
Source : University of Minnesota (1980)

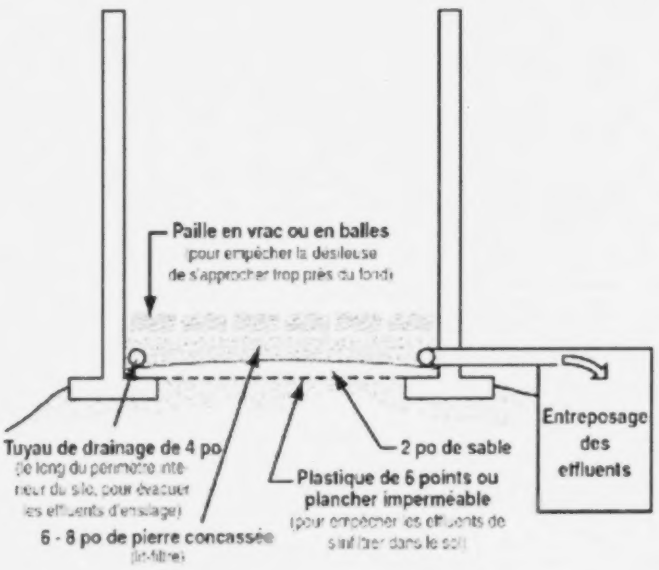
Gestion des effluents des silos et des eaux de ruissellement

- Couvrir les silos pour empêcher les précipitations de pénétrer et de s'infiltrer dans l'ensilage ou

l'ensilage mi-fané

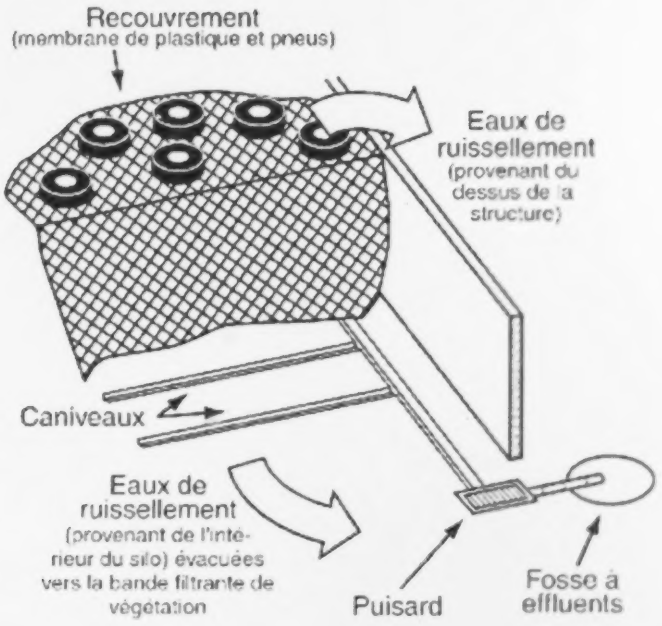
- Dévier toutes les eaux de surface vers une direction opposée au silo.
- Munir tout nouveau silo d'un système de captage et de stockage des effluents comme l'illustrent les *figures 2, 5* ou *6*.
- À chaque vidange du silo, en inspecter les parois intérieures à la recherche de signes de corrosion. Si la corrosion est avancée, appliquer une nouvelle couche de revêtement sur les parois intérieures.
- Dans le cas des silos horizontaux existants, installer un drain de 10 cm (4 po) au bas des parois intérieures du silo (solution A, figure 7) ou percer des trous dans les parois pour évacuer les effluents vers le drain extérieur (solution B, figure 7). **Attention :** Protéger l'acier des acides d'ensilage par une couche de béton suffisamment épaisse, c.-à-d. d'au moins 8 cm (3 po).
- Dans le cas des silos existants ou des nouveaux silos dotés d'un bon système de drainage de plancher vers l'avant du silo, on peut installer un puisard pour capter les effluents et les évacuer vers la structure d'entreposage permanente (figures 8 et 9). L'eau s'écoulera pendant toute la durée de l'entreposage au fur et à mesure que le silo sera vidé de son contenu. L'effluent dilué n'est pas évacué vers la fosse, mais vers la bande filtrante de végétation approuvée (figure 2).

Figure 5. Système d'entreposage des effluents d'ensilage des silos-tours.



| Haut de la page |

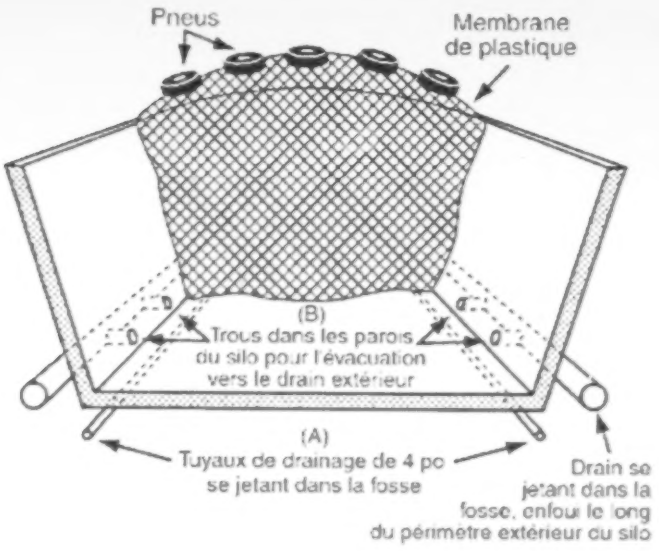
Figure 6. Système de captage des effluents dans les nouveaux silos horizontaux.



Remarques concernant la figure 6 :

1. Caniveaux de 7,5 cm × 7,5 cm (3 po × 3 po) à 6 m (20 pi) d'intervalle, remplis de pierre de décantation de 22 mm (7/8 po), pour recueillir les effluents et les premières eaux de ruissellement.
2. Tuyau collecteur de 10 cm (4 po) pour évacuer vers la fosse les eaux provenant des caniveaux.
3. L'eau de pluie provenant du dessus de l'entrepôt peut être considérée comme propre et n'a pas à atteindre le réseau d'évacuation.
4. Les eaux de ruissellement provenant de l'intérieur du silo doivent être captées et stockées, puis épandues sur les terres.
5. Les eaux de ruissellement diluées peuvent être traitées au moyen d'une bande filtrante de végétation approuvée.

Figure 7. Système de drainage d'un silo horizontal existant.



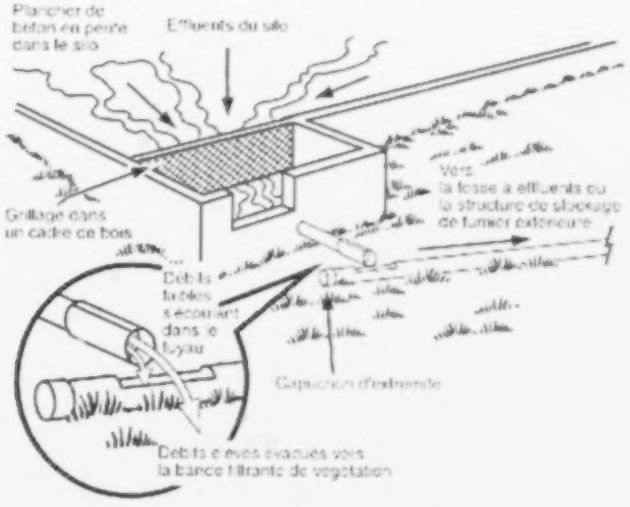
Remarques concernant la figure 7 :

(A) Tuyaux de drainage de 10 cm (4 po) sur le plancher du silo.

(B) Trous dans les parois du silo pour l'évacuation vers le drain enfoui à l'extérieur. Les eaux de ruissellement provenant de l'intérieur du silo doivent être captées et stockées, puis épandues sur les terres.

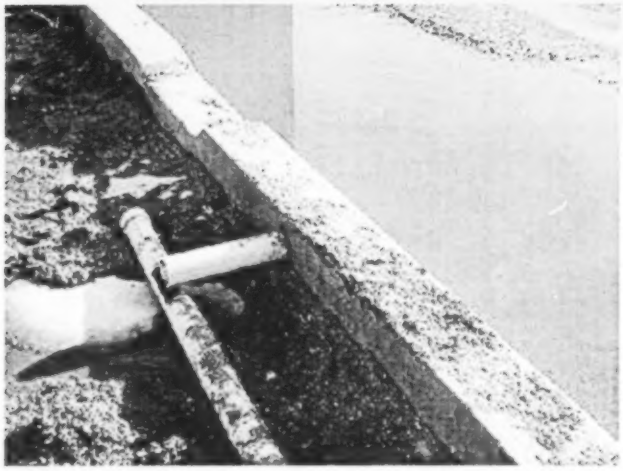
Les eaux de ruissellement diluées peuvent être traitées au moyen d'une bande filtrante de végétation approuvée.

Figure 8. Système de captage des faibles débits. (Source : AEM)



| Haut de la page |

Figure 9. Système de captage des faibles débits.



Attention : Ne jamais mélanger les effluents d'ensilage dans des fosses fermées, surtout si celles-ci sont situées dans un bâtiment d'élevage, car mêlés à du fumier, les effluents d'ensilage accélèrent la libération d'hydrogène sulfuré. N'ajouter les effluents d'ensilage qu'à des fosses non couvertes situées à l'extérieur.

Élimination des effluents

Diluer d'abord les effluents concentrés dans un volume égal d'eau (1:1), puis les épandre sur les terres en respectant les normes d'épandage applicables au fumier liquide. Comme les effluents renferment des éléments nutritifs, la quantité épandue doit être prise en compte dans le plan de gestion des éléments nutritifs.

Les effluents peuvent aussi servir de supplément alimentaire. On peut servir un effluent frais à des porcs et à des bovins ou on peut servir un « effluent entreposé » s'il a été recueilli dans des conduites fermées, et s'il a été stocké dans des réservoirs étanches à l'air. Comme les concentrations élevées de potassium et de nitrate peuvent engendrer des problèmes, l'utilisation des effluents comme aliments pour animaux ne doit se faire qu'après consultation d'un expert. Selon des recherches menées en Europe, le fait de servir des effluents d'ensilage à des vaches laitières a entraîné une augmentation à la fois des rendements laitiers et des teneurs en protéines et en matières grasses du lait.

Traiter les matières diluées au moyen d'une bande filtrante de végétation approuvée.

Emplacement des fosses à effluents d'ensilage

Suivant les recommandations des plans agro-environnementaux, une bonne pratique de gestion consiste à situer les fosses à effluents à au moins 61 m (200 pi) de toute eau de surface, c.-à-d. cours d'eau, fossé, étang ou entrée de drainage souterrain, à au moins 23 m (76 pi) de tout puits foré à la sondeuse et à au moins 46 m (151 pi) de tout puits ordinaire ou foré à la tarière. Les distances de retrait minimales prévues par la loi sont de 15 m (50 pi) par rapport à tout puits foré à la sondeuse et de 30 m (100 pi) par rapport à tout puits ordinaire ou un puits foré à la tarière.

Les structures de stockage des ensilages mi-fanés, qu'ils soient ensachés, introduits dans des tubes ou enveloppés dans du plastique, devraient se situer à au moins 9 m (30 pi) des eaux de surface et des tuyaux de drainage souterrains, afin de réduire les risques de contamination.

Dimensions des petites fosses à effluents d'ensilage

A. Pour les silos horizontaux

- Prévoir un volume de stockage de 100 pi^3/100 tonnes imp. de matière ensilée si celle-ci renferme plus de 70 % d'eau.
- Prévoir un volume de stockage de 50 pi^3/100 tonnes imp. de matière ensilée si celle-ci renferme 70 % d'eau ou moins.
- Ces paramètres assurent dans la plupart des cas un minimum de 2 jours de stockage des effluents. Si l'ensilage a une très faible teneur en eau (moins de 70 %), une telle fosse peut permettre de recueillir les effluents produits pendant une période pouvant aller jusqu'à un an, pourvu qu'elle ne recueille pas aussi les eaux de pluie.
- Stockage des eaux de pluie : Les dimensions doivent permettre de recueillir pour 24 heures un volume de pluie correspondant à une épaisseur minimale de 25 mm (1 po ou 0,083 pi) multipliée par la surface totale contribuant au ruissellement. Les eaux ainsi recueillies peuvent être transférées dans une fosse à lisier ou un réservoir d'eaux de ruissellement. En l'absence d'une fosse à lisier sur la ferme, on peut aménager un réservoir d'une capacité suffisante pour recueillir les eaux de ruissellement et les effluents produits pendant une période d'entreposage d'au moins 240 jours. Une autre solution consiste à traiter le liquide dilué au moyen d'une bande filtrante de végétation approuvée.

| Haut de la page |

Exemple 1 :

Voici comment calculer les dimensions de la fosse destinée à recueillir les effluents et les eaux de ruissellement provenant d'un silo horizontal de 40 pi x 100 pi x 12 pi, compte tenu d'une aire de chargement de 40 pi x 20 pi et d'une teneur en eau de l'ensilage de 75 %. Voir le *tableau 5*.

Capacité du silo (T)

T70 = 1 080 tonnes imp. (tableau 5)
(capacité d'entreposage si l'ensilage renferme 70 % d'eau)

T75 = 0,3 (T70)/(1 – teneur en eau) (capacité d'entreposage si l'ensilage renferme 75 % d'eau)
= 0,3 (1080)/(0,25)
= 1 296 tonnes imp.

Volume des effluents à stocker

Effluents = 100 pi^3/100 tonnes imp. x 1 296 tonnes imp.
= 1 296 pi^3

Volume des eaux de pluie à stocker

= (0,083 pi) x (aire du silo + aire de chargement)
= (0,083 pi) x [(40 x 100) + (40 x 20)] pi^2
= (0,083 pi) x (4 800 pi^2)
= 398 pi^3

Capacité de la fosse à effluents

= 1 296 pi^3 + 398 pi^3
= 1 694 pi^3

Capacité d'entreposage des effluents et des précipitations* (1 694 pi^3)

Utiliser le *tableau 7* pour déterminer les dimensions de la structure (largeur x longueur x hauteur).

1 764 pi^3 = 14 pi x 14 pi x 9 pi
2 156 pi^3 = 14 pi x 14 pi x 11 pi (compte tenu d'une hauteur de revanche de 2 pi)

* Transférer les effluents recueillis dans cette fosse à une fosse à lisier ou à un réservoir d'eaux de ruissellement situé ailleurs sur la ferme. Au cours de la saison de croissance, ces eaux peuvent être épandues sur les terres à intervalles réguliers.

B. Pour les silos-tours

- Prévoir un volume de stockage de 100 pi^3/100 tonnes imp. de matière ensilée si celle-ci renferme plus de 70 % d'eau.
- Prévoir un volume de stockage de 50 pi^3/100 tonnes imp. de matière ensilée si celle-ci renferme 70 % d'eau ou moins.
  Ces paramètres assurent dans la plupart des cas un minimum de 2 jours de stockage des effluents. Si l'ensilage a une très faible teneur en eau (moins de 60 %), une telle fosse peut permettre de recueillir les effluents produits pendant une période pouvant aller jusqu'à un an.
- Le silo-tour est protégé des précipitations par un toit.

| Haut de la page |

Exemple 2 :

Calcul des dimensions de la fosse destinée à recueillir les effluents, en fonction des données suivante :

1. Silo-tour en béton de 20 pi x 70 pi
2. Ensilage de luzerne d'une teneur en eau de 70 %
3. Pour connaître la capacité du silo, voir le tableau 6 de la fiche technique n° 96-142 du MAAO, Capacité des silos-tours.

Capacité du silo = 703 tonnes imp.

Capacité de la fosse à effluents requise

= 50 pi^3/100 tonnes imp. x 703 tonnes imp.

= 0,5 ´ 703 = 352 pi^3

Dimensions de la fosse (352 pi^3) = largeur x longueur x hauteur

Utiliser le tableau 7 pour déterminer les dimensions de la structure (largeur x longueur x hauteur).

384 pi^3 = 8 pi x 8 pi x 6 pi > 352 (acceptable)

512 pi^3 = 8 pi x 8 pi x 8 pi (compte tenu d'une hauteur de revanche de 2 pi)

Tableau 5a.b.c. Capacité des silos horizontaux de dimensions courantes

(capacités exprimées en tonnes impériales, compte tenu d'une masse volumique d'une graminée ou du maïs ensilé de 45 lb/pi^3 pour une teneur en eau de 70 %)

Le tableau ci-dessous indique les capacités approximatives en tonnes impériales de produits en base humide (tels quels) des silos de dimensions courantes. Les valeurs du tableau sont fondées sur une face en pente de 1:2. Les largeurs indiquées sont mesurées entre les parois intérieures du silo et n'incluent pas l'espace occupé par des poteaux ou des planches. Pour utiliser ce tableau, il faut calculer la quantité d'aliments retirés chaque jour du silo afin de s'assurer que cette quantité permette d'éviter les

détériorations. Pour connaître la capacité en tonnes métriques, multiplier les données par 0,91.

Tableau 5a. Capacité des silos horizontaux de dimensions courantes (Longueur du silo: 100-160 pi)

Masse volumique moyenne (lb/pi^3)	Hauteur du silo (pi)	Largeur du silo (pi)	Taux de prelevement (t.imp./j)			Longueur du silo (pi)						
			4 po/j	6 po/j	12 po/j	100	110	120	130	140	150	160
45	8	20	1,2	1,8	3,6	360	396	432	468	504	540	576
45	8	24	1,4	2,2	4,3	432	475	518	562	605	648	691
45	8	30	1,8	2,7	5,4	540	594	648	702	756	810	864
45	8	40	2,4	3,6	7,2	720	792	864	936	1008	1080	1152
45	8	50	3,0	4,5	9,0	900	990	1080	1170	1260	1350	1440
45	8	60	3,6	5,4	10,8	1080	1188	1296	1404	1512	1620	1728
45	10	20	1,5	2,3	4,5	450	495	540	585	630	675	720
45	10	24	1,8	2,7	5,4	540	594	648	702	756	810	864
45	10	30	2,3	3,4	6,8	675	743	810	878	945	1013	1080
45	10	40	3,0	4,5	9,0	900	990	1080	1170	1260	1350	1440
45	10	50	3,8	5,6	11,3	1125	1238	1350	1463	1575	1688	1800
45	10	60	4,5	6,8	13,5	1350	1485	1620	1755	1890	2025	2160
45	12	20	1,8	2,7	5,4	540	594	648	702	756	810	864
45	12	24	2,2	3,2	6,5	648	713	778	842	907	972	1037
45	12	30	2,7	4,1	8,1	810	891	972	1053	1134	1215	1296
45	12	40	3,6	5,4	10,8	1080	1188	1296	1404	1512	1620	1728
45	12	50	4,5	6,8	13,5	1350	1485	1620	1755	1890	2025	2160
45	12	60	5,4	8,1	16,2	1620	1782	1944	2106	2268	2430	2592
45	14	20	2,1	3,2	6,3	630	693	756	819	882	945	1008
45	14	24	2,5	3,8	7,6	756	832	907	983	1058	1134	1210
45	14	30	3,2	4,7	9,5	945	1040	1134	1229	1323	1418	1512
45	14	40	4,2	6,3	12,6	1260	1386	1512	1638	1764	1890	2016
45	14	50	5,3	7,9	15,8	1575	1733	1890	2048	2205	2363	2520
45	14	60	6,3	9,5	18,9	1890	2079	2268	2457	2646	2835	3024
45	16	20	2,4	3,6	7,2	720	792	864	936	1008	1080	1152
45	16	24	2,9	4,3	8,6	864	950	1037	1123	1210	1296	1382
45	16	30	3,6	5,4	10,8	1080	1188	1296	1404	1512	1620	1728
45	16	40	4,8	7,2	14,4	1440	1584	1728	1872	2016	2160	2304
45	16	50	6,0	9,0	18,0	1800	1980	2160	2340	2520	2700	2880

45	16	60	7,2	10,8	21,6	2160	2376	2592	2808	3024	3240	3456
45	18	20	2,7	4,1	8,1	810	891	972	1053	1134	1215	1296
45	18	24	3,2	4,9	9,7	972	1069	1166	1264	1361	1458	1555
45	18	30	4,1	6,1	12,2	1215	1337	1458	1580	1701	1823	1944
45	18	40	5,4	8,1	16,2	1620	1782	1944	2106	2268	2430	2592
45	18	50	6,8	10,1	20,3	2025	2228	2430	2633	2835	3038	3240
45	18	60	8,1	12,2	24,3	2430	2673	2916	3159	3402	3645	3888

| Haut de la page |

Tableau 5b. Capacité des silos horizontaux de dimensions courantes (Longueur du silo: 170-230 pi)

Masse volumique moyenne (lb/pi^3)	Hauteur du silo (pi)	Largeur du silo (pi)	Taux de prelevement (t.imp./j)			Longueur du silo (pi)						
			4 po/j	6 po/j	12 po/j	170	180	190	200	210	220	230
45	8	20	1,2	1,8	3,6	612	648	684	720	756	792	828
45	8	24	1,4	2,2	4,3	734	778	821	864	907	950	994
45	8	30	1,8	2,7	5,4	918	972	1026	1080	1134	1188	1242
45	8	40	2,4	3,6	7,2	1224	1296	1368	1440	1512	1584	1656
45	8	50	3,0	4,5	9,0	1530	1620	1710	1800	1890	1980	2070
45	8	60	3,6	5,4	10,8	1836	1944	2052	2160	2268	2376	2484
45	10	20	1,5	2,3	4,5	765	810	855	900	945	990	1035
45	10	24	1,8	2,7	5,4	918	972	1026	1080	1134	1188	1242
45	10	30	2,3	3,4	6,8	1148	1215	1283	1350	1418	1485	1553
45	10	40	3,0	4,5	9,0	1530	1620	1710	1800	1890	1980	2070
45	10	50	3,8	5,6	11,3	1913	2015	2138	2250	2363	2475	2588
45	10	60	4,5	6,8	13,5	2295	2430	2565	2700	2835	2970	3105
45	12	20	1,8	2,7	5,4	918	972	1026	1080	1134	1188	1242
45	12	24	2,2	3,2	6,5	1102	1166	1231	1296	1361	1426	1490
45	12	30	2,7	4,1	8,1	1377	1458	1539	1620	1701	1782	1863
45	12	40	3,6	5,4	10,8	1836	1944	2052	2160	2268	2376	2484
45	12	50	4,5	6,8	13,5	2295	2430	2565	2700	2835	2970	3105
45	12	60	5,4	8,1	16,2	2754	2916	3078	3240	3402	3564	3726
45	14	20	2,1	3,2	6,3	1071	1134	1197	1260	1323	1386	1449
45	14	24	2,5	3,8	7,6	1285	1361	1436	1512	1588	1663	1739
45	14	30	3,2	4,7	9,5	1607	1701	1796	1890	1985	2079	2174

45	14	40	4,2	6,3	12,6	2142	2268	2394	2520	2646	2772	2898
45	14	50	5,3	7,9	15,8	2678	2835	2993	3150	3308	3465	3623
45	14	60	6,3	9,5	18,9	3213	3402	3591	3780	3969	4158	4347
45	16	20	2,4	3,6	7,2	1224	1296	1368	1440	1512	1584	1656
45	16	24	2,9	4,3	8,6	1469	1555	1642	1728	1814	1901	1987
45	16	30	3,6	5,4	10,8	1836	1944	2052	2160	2268	2376	2484
45	16	40	4,8	7,2	14,4	2448	2592	2736	2880	3024	3168	3312
45	16	50	6,0	9,0	18,0	3060	3240	3420	3600	3780	3960	4140
45	16	60	7,2	10,8	21,6	3672	3888	4104	4320	4536	4752	4968
45	18	20	2,7	4,1	8,1	1377	1458	1539	1620	1701	1782	1863
45	18	24	3,2	4,9	9,7	1652	1750	1847	1944	2041	2138	2236
45	18	30	4,1	6,1	12,2	2066	2187	2309	2430	2552	2673	2795
45	18	40	5,4	8,1	16,2	2754	2916	3078	3240	3402	3564	3726
45	18	50	6,8	10,1	20,3	3443	3648	3848	4050	4253	4455	4658
45	18	60	8,1	12,2	24,3	4131	4379	4617	4860	5103	5346	5589

Tableau 5c. Capacité des silos horizontaux de dimensions courantes (Longueur du silo: 240-300 pi)

Masse volumique moyenne (lb/pi^3)	Hauteur du silo (pi)	Largeur du silo (pi)	Taux de prelevement (t.imp./j)			Longueur du silo (pi)						
			4 po/j	6 po/j	12 po/j	240	250	260	270	280	290	300
45	8	20	1,2	1,8	3,6	864	900	936	972	1008	1044	1080
45	8	24	1,4	2,2	4,3	1037	1080	1123	1166	1210	1253	1296
45	8	30	1,8	2,7	5,4	1296	1350	1404	1458	1512	1566	1620
45	8	40	2,4	3,6	7,2	1728	1800	1872	1944	2016	2088	2160
45	8	50	3,0	4,5	9,0	2160	2250	2340	2430	2520	2610	2700
45	8	60	3,6	5,4	10,8	2592	2700	2808	2916	3024	3132	3240
45	10	20	1,5	2,3	4,5	1080	1125	1170	1215	1260	1305	1350
45	10	24	1,8	2,7	5,4	1296	1350	1404	1458	1512	1566	1620
45	10	30	2,3	3,4	6,8	1620	1688	1755	1823	1890	1958	2025
45	10	40	3,0	4,5	9,0	2160	2250	2340	2430	2520	2610	2700
45	10	50	3,8	5,6	11,3	2700	2813	2925	3038	3150	3263	3375
45	10	60	4,5	6,8	13,5	3240	3375	3510	3645	3780	3915	4050
45	12	20	1,8	2,7	5,4	1296	1350	1404	1458	1512	1566	1620
45	12	24	2,2	3,2	6,5	1555	1620	1685	1750	1814	1879	1944
45	12	30	2,7	4,1	8,1	1944	2025	2106	2187	2268	2349	2430

45	12	40	3,6	5,4	10,8	2592	2700	2808	2916	3024	3132	3240
45	12	50	4,5	6,8	13,5	3240	3375	3510	3645	3780	3915	4050
45	12	60	5,4	8,1	16,2	3888	4050	4212	4374	4536	4698	4860
45	14	20	2,1	3,2	6,3	1512	1575	1638	1701	1764	1827	1890
45	14	24	2,5	3,8	7,6	1814	1890	1966	2041	2117	2192	2268
45	14	30	3,2	4,7	9,5	2268	2363	2457	2552	2646	2741	2835
45	14	40	4,2	6,3	12,6	3024	3150	3276	3402	3528	3654	3780
45	14	50	5,3	7,9	15,8	3780	3938	4095	4253	4410	4568	4725
45	14	60	6,3	9,5	18,9	4536	4725	4914	5103	5292	5481	5670
45	16	20	2,4	3,6	7,2	1728	1800	1872	1944	2016	2088	2160
45	16	24	2,9	4,3	8,6	2074	2160	2246	2333	2419	2506	2592
45	16	30	3,6	5,4	10,8	2592	2700	2808	2916	3024	3132	3240
45	16	40	4,8	7,2	14,4	3456	3600	3744	3888	4032	4176	4320
45	16	50	6,0	9,0	18,0	4320	4500	4680	4860	5040	5220	5400
45	16	60	7,2	10,8	21,6	5184	5400	5616	5832	6048	6264	6480
45	18	20	2,7	4,1	8,1	1944	2025	2106	2187	2268	2349	2430
45	18	24	3,2	4,9	9,7	2333	2430	2527	2624	2722	2819	2916
45	18	30	4,1	6,1	12,2	2916	3038	3159	3281	3402	3524	3645
45	18	40	5,4	8,1	16,2	3888	4050	4212	4374	4536	4698	4860
45	18	50	6,8	10,1	20,3	4860	5063	5265	5468	5670	5873	6075
45	18	60	8,1	12,2	24,3	5832	6075	6378	6561	6804	7047	7290

| Haut de la page |

Tableau 6. Capacités estimatives des silos-tours en béton pour les fourrages

Diamètre du silo x hauteur de l'ensilage une fois tassé (pi)	Ensilage de luzerne (t. imp.) teneur en eau				Ensilage de maïs (t. imp.) teneur en eau			
	40 %	50 %	60 %	70 %	55 %	60 %	65 %	70 %
12 x 30	35	44	57	83	47	54	62	74
12 x 40	50	62	80	116	66	75	87	102
12 x 50	63	78	103	150	85	97	111	132
14 x 40	69	86	113	163	92	106	121	143
14 x 50	89	111	147	212	121	136	157	185
14 x 55	99	124	164	237	134	153	175	206
16 x 50	120	151	199	287	163	184	210	246
16 x 60	149	186	246	355	200	227	259	303
16 x 65	162	204	270	389	220	248	284	330
18 x 50	156	196	260	373	210	238	272	317

18 x 60	194	243	322	463	261	293	334	388
18 x 70	232	290	386	554	311	349	397	461
20 x 60	246	309	409	586	328	369	419	486
20 x 70	295	371	491	703	393	439	498	576
20 x 80	345	433	574	821	457	510	579	668
24 x 60	372	465	615	876	486	543	616	712
24 x 70	448	562	741	1052	582	649	734	844
24 x 80	527	660	869	1230	678	754	850	977
24 x 90	606	759	999	1409	774	860	968	1110
30 x 80	876	1092	1427	1994	1088	1280	1477	1628
30 x 90	1012	1261	1643	2287	1242	1475	1702	1877
30 x 100	1151	1431	1861	2581	1397	1672	1929	2127
30 x 110	1290	1603	2080	2875	1552	1871	2158	2382

Source : Fiche technique n° 96-142 du MAAO, *Capacité des silos-tours*.

Tableau 7. Dimensions des structures d'entreposage des effluents et des précipitations (pi^3)

Largeur x longueur (pi)	Hauteur (pi)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 x 5	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
6 x 6	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	396	432
7 x 7	49	98	147	196	245	294	343	392	441	490	539	588
8 x 8	64	128	192	256	320	384	448	512	576	640	704	768
9 x 9	81	162	243	324	405	486	567	648	729	810	891	972
10 x 10	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
11 x 11	121	242	363	484	605	726	847	968	1089	1210	1331	1452
12 x 12	144	288	432	576	720	864	1008	1152	1296	1440	1584	1728
13 x 13	169	338	507	676	845	1014	1183	1352	1521	1690	1859	2028
14 x 14	196	392	588	784	980	1176	1372	1568	1764	1960	2156	2352
15 x 15	225	450	675	900	1125	1350	1575	1800	2025	2250	2475	2700
16 x 16	256	512	768	1024	1280	1536	1792	2048	2304	2560	2816	3072
17 x 17	289	578	867	1156	1445	1734	2023	2312	2601	2890	3179	3468
18 x 18	324	648	972	1296	1620	1944	2268	2592	2916	3240	3564	3888

19 x 19	361	722	1083	1444	1805	2166	2527	2888	3249	3610	3971	4332
20 x 20	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400	4800
21 x 21	441	882	1323	1764	2205	2646	3087	3528	3969	4410	4851	5292
22 x 22	484	968	1452	1936	2420	2904	3388	3872	4356	4840	5324	5808
23 x 23	529	1058	1587	2116	2645	3174	3703	4232	4761	5290	5819	6348
24 x 24	576	1152	1728	2304	2880	3456	4032	4608	5184	5760	6336	6912
25 x 25	625	1250	1875	2500	3125	3750	4375	5000	5625	6250	6875	7500

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

| Haut de la page |

pour plus de renseignements:
sans frais: 1 877 424-1300
local: (519) 826-4047
courriel: ag.info@omaf.gov.on.ca

| Page d'accueil du génie |

| Site principal | Commentaires | Recherche | Plan du site | English |
| Page d'accueil | Nouveautés | Calendrier | Produits | Communiqués |

Ontario
Ce site est mis à jour par le gouvernement de l'Ontario, Canada.

Les renseignements de ce site sont fournis à titre de service au public. On ne peut garantir que l'information est à jour ou exacte. Les lecteurs devront vérifier l'information avant de s'en servir.

Vos commentaires et questions techniques à: engineering@omaf.gov.on.ca
©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2005
Dernières modifications : 15 mars 2005